

(11) Japanese Laid-Open Patent Application No. 8-76351

(57) [Abstract]

[Purpose] To obtain a half-tone type phase shift mask which is excellent in mechanical strength such as cleaning resistance and in chemical stability of a material, and in which the phase error within a mask plane is restricted within an allowable range.

[Construction] A Si thin film 2, which serves as a translucent part is formed by vapor evaporation on a synthetic quartz substrate 1 in a thickness of 100 to 300 Å, and the substrate is subjected to patterning so that an opening of desired shape can be obtained. Then, the synthetic quartz substrate 1 is fixed to an optical CVD chamber 4 in such a manner that a patterning surface faces inward. Light of 184.9 nm of a low-pressure mercury lamp 7 is applied to the synthetic quartz substrate 1 while flowing disilane and nitrous oxide as source gas to form a SiO<sub>2</sub> film 5, which serves as a phase shifter film on the opening in a thickness of 1500 to 1700 Å. The thus-obtained half-tone type phase shift mask exhibited the ArF excimer laser transmission factor of the Si thin film 2 of 50% and the phase difference of 180 degrees ± 5 degrees between the light passing through the Si thin film and the light passing through the SiO<sub>2</sub> film 5.

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-76351

(43)公開日 平成8年(1996)3月22日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A			
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/ 30	5 0 2 P 5 2 8

審査請求 有 請求項の数4 O L (全 4 頁)

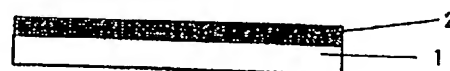
(21)出願番号	特願平6-211639	(71)出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日	平成6年(1994)9月6日	(72)発明者	関 祐子 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74)代理人	弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 位相シフトマスクおよびその作製方法

## (57)【要約】

【目的】 洗浄耐性等の機械的強度、材料の化学的安定性に優れ、マスク面内の位相誤差が許容範囲内に抑えられたハーフトーン型位相シフトマスクを得る。

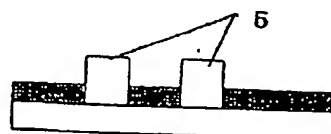
【構成】 合成石英基板1上に半透明部となるSi薄膜2を蒸着により100～300オングストロームの厚さに成膜し、これを所望形状の開口部が得られるようにパターニングする。続いて合成石英基板1を光CVDチャンバ4にパターニング面が内側となるように固定し、原料ガスとしてジシランと亜酸化窒素を流しながら低圧水銀ランプ7の184.9nm光を照射し、開口部に位相シフト膜となるSiO<sub>2</sub>膜5を1500～1700オングストロームの厚さに形成する。このようにして得られた、ハーフトーン型位相シフトマスクは、Si薄膜2でのArFエキシマレーザ光透過率が5～20%、Si薄膜2を透過した光とSiO<sub>2</sub>膜5を透過した光の位相差が180度±5度であった。



(a)



(b)



(c)

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】透明ガラス基板と、

前記透明ガラス基板上に開口部が得られるようにパターンニングされ、透過光に対して光学的な位相差を与える半透明薄膜と、

前記透明ガラス基板上の開口部に形成された透明薄膜とを備え、

前記透明薄膜の厚さは、前記透明薄膜と前記半透明膜の露光波長における光路長差が半波長の奇数倍となるように決定されることを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項2】前記半透明薄膜はSi薄膜であり、前記透明薄膜はSiO<sub>2</sub>薄膜であることを特徴とする請求項1記載の位相シフトマスク。

【請求項3】透明ガラス基板上に、透過光に対して光学的な位相差を与える半透明材料からなるマスクパターンを形成した露光用マスクの作製方法において、

透明ガラス基板上に開口部が得られるように半透明薄膜をパターンニングする工程と、

前記透明ガラス基板を、パターンニング面が内側となり、裏面が外側となるように成膜室に装着する工程と、

光化学分解を起こして透明薄膜を前記開口部に形成する原料ガスを前記成膜室に導入する工程と、

前記透明ガラス基板を通して、前記原料ガスが吸収し分解する波長の光を、前記透明薄膜と前記半透明膜の露光波長における光路長差が半波長の奇数倍となるまで、照射し続ける工程と、を含むことを特徴とする位相シフトマスクの作製方法。

【請求項4】前記半透明薄膜はSi薄膜であり、前記透明薄膜はSiO<sub>2</sub>薄膜であり、前記原料ガスは、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>とN<sub>2</sub>Oであり、前記照射される光は、184.9nm光であることを特徴とする請求項3記載の位相シフトマスクの作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、位相シフトマスク、特にハーフトーン型位相シフトマスクおよびその作製方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】位相シフトマスクは、超解像露光的一种方式としてメモリ等の高集積化に有望視されている。特にハーフトーン型位相シフトマスクは、コンタクトホール40の形成に有効であり、出来上がり形状、工程、および作成に必要なデータ数が、従来マスクとほとんど変わらないことから実用性も高いと期待されている。ハーフトーン型位相シフトマスクには、2層構造型と単層構造型の2種類がある。

【0003】2層構造型は、透過率を制御する金属薄膜層と位相量を制御する透明薄膜層とから構成されている。2層構造型の欠点は、上部の層が、洗浄工程で剥がれ易い等、機械的強度が脆弱であること、2回の成膜工

程が必要なことである。

【0004】単層構造型は、岩淵らによりジャパニーズジャーナル・オブ・アプライド・フィジクス、第32巻、頁5900-5902(1993)に報告されており、1種類の薄膜で透過率と位相量を制御するので、機械的強度の問題、工程数増加の問題は解決される。しかし、位相シフト効果に必要な特定の透過率、屈折率を、化学量的組成の薄膜から得ることは極めて困難であるため、成膜時に薄膜を構成する元素の構成比を調整することが必要となる。このようにして得られる薄膜は、ストイキオメトリックな膜に較べて安定性に乏しい。またエッチングも、速度、終点検出等が困難であることが多く、位相誤差が大きくなり易い。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の技術では、機械的強度および安定性に優れ、位相誤差が許容範囲内に抑えられたハーフトーン型位相シフトマスクを得ることは困難である。

【0006】本発明の目的は、このような従来技術の問題点を解決した、ハーフトーン型位相シフトマスクを提供することにある。

【0007】本発明の他の目的は、このようなハーフトーン型位相シフトマスクの作製方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の位相シフトマスクは、透明ガラス基板と、前記透明ガラス基板上に開口部が得られるようにパターンニングされ、透過光に対して光学的な位相差を与える半透明薄膜と、前記透明ガラス基板上の開口部に形成された透明薄膜とを備え、前記透明薄膜の厚さは、前記透明薄膜と前記半透明膜の露光波長における光路長差が半波長の奇数倍となるように決定されることを特徴とする。

【0009】また本発明は、透明ガラス基板上に、透過光に対して光学的な位相差を与える半透明材料からなるマスクパターンを形成した露光用マスクの作製方法において、透明ガラス基板上に開口部が得られるように半透明薄膜をパターンニングする工程と、前記透明ガラス基板を、パターンニング面が内側となり、裏面が外側となるように成膜室に装着する工程と、光化学分解を起こして透明薄膜を前記開口部に形成する原料ガスを前記成膜室に導入する工程と、前記透明ガラス基板を通して、前記原料ガスが吸収し分解する波長の光を、前記透明薄膜と前記半透明膜の露光波長における光路長差が半波長の奇数倍となるまで、照射し続ける工程と、を含むことを特徴とする。

## 【0010】

【作用】光CVDは、光化学反応によって原料ガスを分解し、薄膜を形成する技術である。光CVDでは、取り付けられた窓を通して光を照射することによって原料ガ

スを分解し、成膜室内の基板上に薄膜を形成することを目的としているが、基本的に原料ガスが存在し、且つ光が到達する領域であればどこでも薄膜は形成される。従って、窓として光CVDに用いる光を遮光する膜をパターンニングされた透明ガラス基板を用いれば、遮光膜の開口部のみ薄膜形成を生じさせることができる。

【0011】本発明は、このことを利用してハーフトーン型位相シフトマスクを作製するものである。あらかじめ露光光を3～20%しか透過しない半透明性薄膜をバ

$$T = \exp(-\alpha \times t_1)$$

このマスク基板の裏面から原料ガスが吸収し分解する波長の光を照射すると、半透明性薄膜パターンの開口部には透明性薄膜が堆積するが、半透明性薄膜パターン上には十分な光量が到達しないために堆積は生じない。半透明性薄膜と透明薄膜の露光波長における位相差が半波長の奇数倍となるまで成膜を継続することによって、ハーフ

$$(2\pi/\lambda) \{ (n_2 - 1) t_2 - (n_1 + 1) t_1 \} =$$

$$(m = 0, 1, 2, \dots)$$

本発明においては2層構造を用いていないため、洗浄工程においても十分な耐性を持っている。また本発明においては、開口部と遮光部の位相差を開口部に形成する透明膜厚で調整できるので、半透明薄膜の材料選択の幅は広く、エッチング速度が十分に大きく、基板との選択比も大きくとれるCr, Si, Al等を用いることができる。また透明薄膜の成膜速度はマスク基板面内でほぼ均一なので、位相誤差は小さく抑えることができる。また本発明は、半透明性薄膜、透明性薄膜の材料として、いずれも自然界に存在する組成比の材料を用いることが可能なので、膜質の変化は生じにくく安定である。

【0016】

【実施例】以下、本発明をArFエキシマレーザ露光用のハーフトーン型位相シフトマスクに適用した実施例を図面を参照して詳細に行う。

【0017】本実施例の位相シフトマスクの構造を、その作製方法とともに説明する。

【0018】図1は、本実施例の位相シフトマスクの作製方法の各工程を表す模式図である。

【0019】まず、図1(a)に示すように、合成石英基板1上に半透明部となるSi薄膜2を蒸着により100～300オングストロームの厚さに成膜する。

【0020】次に、図1(b)に示すように、所望形状の開口部3が得られるようにパターンニングする。

【0021】続いて、合成石英基板1を光CVDチャンバにパターンニング面が内側となるように固定する。

【0022】図2に、光CVDチャンバ4の構造および光CVDチャンバに合成石英基板1を装着した状態を示す。光CVDチャンバ4は、底部に窓部6が設けられており、この窓部を通して基板を照射するように低圧水銀ランプ7が設けられている。また、チャンバ内に原料ガ

ターニングしたマスク基板を、このパターンニング面が内側になるように光CVDチャンバの窓部に装着し、チャンバ内に透明性薄膜を形成するための原料ガスを導入する。

【0012】半透明性薄膜の膜厚 $t_1$ は、透過率を $T$ 、露光波長における吸収係数を $\alpha$ とすると、下式(1)を満たすように決定する。

【0013】

(1)

フトーン型の位相シフトマスクを得ることができる。

【0014】透明薄膜の膜厚 $t_2$ は、半透明薄膜の屈折率を $n_1$ 、透明薄膜の屈折率を $n_2$ 、露光波長を $\lambda$ とすると、下式(2)を満たすように決定する。

【0015】

$$(2m+1)\pi \quad (2)$$

スを供給する供給管8と、排気管9が設けられ、排気管はロータリーポンプ10に連絡されている。

【0023】合成石英基板1は、パターンニング面とは反対側の裏面が、チャンバ3の窓部6に装着される。従って、パターンニング面は、チャンバ内に向いている。

【0024】供給管8から、原料ガスとしてジシラン( $\text{Si}_2\text{H}_6$ )と亜酸化窒素( $\text{N}_2\text{O}$ )を流しながら、低圧水銀ランプ7により184.9nm光をチャンバ4の窓部6を経て合成石英基板1の裏面に照射する。

【0025】開口部3には、透明性薄膜である $\text{SiO}_2$ 薄膜5が堆積するが、半透明性薄膜パターン上には十分な光量が到達しないために堆積は生じない。位相シフト膜となる $\text{SiO}_2$ 膜5は、1500～1700オングストロームの厚さに形成する。

【0026】以上のようにして、最終的に図1(c)に示すようなハーフトーン型位相シフトマスクが作製される。

【0027】このようにして得られた、ハーフトーン型位相シフトマスクは、Si薄膜2でのArFエキシマレーザ光透過率が5～20%、Si薄膜2を透過した光と $\text{SiO}_2$ 膜5を透過した光の位相差が180度±5度であった。

【0028】本発明においては、位相シフトおよび半透明部分が単層構造であるため、洗浄に対する強度は十分に高い。また本発明では位相シフト部分はストイキオメトリックな $\text{SiO}_2$ 、半透明部分はSi単体であるため、長期間の使用で膜質に変化が生じることはなく、極めて安定である。Si表面は徐々に自然酸化膜で覆われてゆくが、厚みは数十オングストローム程度で位相量や透過率に影響を与えることはない。また本発明においてエッチングが必要になるのはSi薄膜のパターンニング時のみであり、 $\text{CCl}_4$ 等のエッチャントガスにより高い

選択比で容易にエッチングできる。

【0029】上記実施例においてはSi薄膜2の形成に蒸着を用いているが、形成方法はスパッタでもCVDでも構わない。また半透明部分にSiを用いているがCrでもAlでも構わない。ただし膜厚は各々の消費係数に応じて変える必要がある。この際、透明薄膜の膜厚も半透明部分での位相シフトに応じて変えることが必要なの言うまでもない。

【0030】また、透明膜とした $\text{SiO}_2$ 膜を用いているが $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜でも構わない。この場合、原料ガスとしてはTMA、DMA等の有機金属材料、および $\text{N}_2\text{O}$ を用い、屈折率に応じた膜厚を形成する。

【0031】また、成膜用の光源に低圧水銀ランプを用いているが、重水素ランプ、ArFエキシマレーザでも構わない。

【0032】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によれば、

機械的強度に優れ、長期間の使用でもマスク材料が安定なハーフトーン型位相シフトマスクを、位相誤差 $\pm 5$ 度の精度で作製することができる。

【図面の簡単な説明】

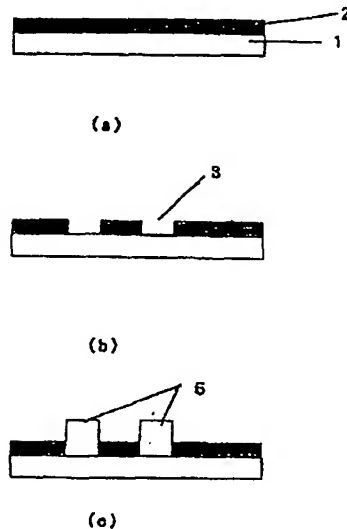
【図1】本発明を適用した実施例を示す模式図である。

【図2】チャンバの構造を示す図である。

【符号の説明】

- 1 合成石英基板
- 2 Si薄膜
- 3 開口部
- 4 光CVDチャンバ
- 5  $\text{SiO}_2$ 膜
- 6 窓部
- 7 低圧水銀ランプ
- 8 供給管
- 9 排気管
- 10 ロータリーポンプ

【図1】



【図2】

